

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 37 990.7

Anmeldetag: 3. August 2000

Anmelder/Inhaber: Siemens AG, München/DE

Bezeichnung: Verteilung technologischer Funktionalität
mit TOs

IPC: G 05 B 19/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 4. Januar 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Weihmayer

Beschreibung

Verteilung technologischer Funktionalität mit TOs

5

Konzeption eines Steuerungssystems,

Bei dem durch Aufteilung der Steuerung (siehe FIG 1)

- in ein allgemeinen einsetzbaren Steuerungsbasisystems
- und der Bereitstellung von Technologischen Objekten (TOs),
- 10 die auf dieses Basissystem aufsetzen, und die auf die mehrere Laufzeitsysteme flexibel verteilt werden können,

Folgende Merkmale erreicht werden:

- Einsetzbarkeit des Steuerungssystems für die verschiedensten Anwendungen und Funktionalitäten im Bereich der Produktionsmaschinen;
- Skalierbarkeit hinsichtlich der technologischen Funktionalität über Einsatz wohl definierter Technologischer Objekte;
- Verteilbarkeit der Funktionalität/TOs auf miteinander in Echtzeit und taktsynchron / äquidistant kommunizierenden Steuerungseinheiten,
- rückwirkungsfreie Programmierung eines TO bezgl. der anderen TO und des Steuerungsbasisystems, sofern nicht explizit eine Rückwirkung programmiert / projektiert wird;
- 25 Ladbarkeit und Verteilbarkeit auf unterschiedlich performante HW-Systeme / Laufzeitsysteme auch innerhalb eines Projektes;
- flexible Erweiterbarkeit ;

30 TO-Definition:

Die Technologischen Objekte sind als ladbare, vollständige Funktionseinheiten definiert, mit folgender Anwendersicht: (siehe FIG 2)

- Die Modellierung der TOs erfolgt aus Anwendersicht.
- 35 die Funktionalität eines TOs werden als aufrufbare Funktionen bereitgestellt; diese Funktionen haben definierte Bezeichner, Funktionsparameter, Rückgabewerte;

- die Funktionen der Tos können beispielhaft in eine Standard SPS-Sprache (z.B. IEC1131) eingebunden werden
- beim Aufruf der Funktion können optionale Parameter weglassen werden - hierfür werden dann Defaultwerte eingesetzt.
- die Parametrierung der Tos erfolgt über Konfigurationsdaten und Systemvariablen. Systemvariablen sind aus dem Programm heraus veränderbar und wie Programmvariablen nutzbar. Konfigdaten werden über das Engineeringssystem eingesellt und können optional über Zugriffsfunktionen aus dem Programm heraus gelesen/geschrieben werden.
- Stati und Einstellungen am TO sind über beim TO definierte Zustandsdaten (Systemvariablen) lesbar und wo sinnvoll auch schreibbar;
- über die Konfigurationsdaten wird das TO in seiner grundlegenden Wirkungsweise eingestellt;
- ein TO hat Überwachungen und kann im Fehlerfall definierte Alarme, ggfs. mit Alarminformationen und vordefinierten Reaktionen absetzen;
- ein TO hat wohl definierte Zustände und Befehle, die das Grundverhalten bestimmen (siehe FIG 3), z.B.
- Befehl zum rücksetzen in einen definierten Ausgangszustand (`_reset...`)
- Befehl um einen anstehenden Fehler gezielt rückzusetzen (`_resetError...`)
- Befehle um in den Simulationsbetrieb zu setzen und rückzusetzen (`_enableSimulation`, `_disableSimulation`,)
- Befehle um das TO aktiv / inaktiv zu setzen (`_enable...`, `_disable...`)
- Auskunftsfunctionen, z.B. `_getStateOf....` ;
- TOs können instanziert werden;

Weitere Regeln für TOs:

- Tos können verschaltet werden (z.B. miteinander oder mit Prozeßperipherie (siehe unten)

- Tos können sich funktionell enthalten (z.B. enthält TO Gleichlaufachse die Funktionalität des Tos Positionierachsese)
- Tos sind plattform/HW-unabhängig (enthalten keine plattformspezifischen Eigenschaften)
- Tos können zu TPs geclustert werden um für eine bestimmte Anwendung ein sinnvolles stabiles und testbares Mengengerüst bereitstellen zu können. (FIG 8)
- Aus einem Steuerungsprogramm können auf lokale und remote TOs und deren Systemvariablen zugegriffen werden.

Technologische Objekte für Motion Control geprägte Anwendungen sind:

- Achsen
- Geber
- Nockenfunktionen
- Messfunktionen
- Gleichlauf
- Kurvenscheiben

TO-Verteilung und Verschaltbarkeit:

- da in Steuerungssystemen die Funktionalität meist durch ein Zusammenspiel von Aktoren / Sensoren und damit auch durch ggf. diesen zugeordneten TO erreicht wird, sind die TO miteinander definiert verschaltbar; (FIG 4 , FIG 5, FIG 6)
- die Verschaltungen werden in der Inbetriebnahme konfiguriert und zur Laufzeit über Befehle / Funktionsaufrufe aktiviert;
- das Verteilungskonzept der Steuerungsdefinition unterstützt die Verschaltung von TO, auch dann, wenn diese sich auf unterschiedlichen Laufzeitsystemen befinden; damit wird eine Verschaltung, z.B. Gleichlauf, Nocken- oder

Schaltfunktion, Messfunktion, auf eine remote Achse (Achse auf einem anderen Laufzeitsystem) möglich;

- durch Mehrfachverschaltung des Gleichlauf TO kann auf einfache Weise ein überlagerter Gleichlauf realisiert werden

5 (FIG 7) .

10 Was ist technologische Funktionalität

Die Technologische Funktionalität von Steuerungskomponenten ergibt sich durch die Verbindung von Basisfunktionen (Regelung, ...) zu einer konkreten Technologie im Sinne maschinenbaulicher Gegebenheiten. Technologische Funktionalitäten können im Bereich MotionControl z.B. an Achsen, ... gebunden werden. Die Zusammenfassung technologischer Funktionalitäten zu durch den Anwender handelbaren Komplexen erfolgt in Technologischen Objekten. Dabei sind Technologische Objekte einmal auf Ebene der RT-Software implementiert und zum anderen durch Abstraktion und Zusammenfassung von Geräteeigenschaften im Engineering bildbar.

25 Trennung von Gerätefunktionalität und technologischer Funktionalität

Die Gerätefunktionalität umfaßt Betriebssystem (Tasks, Speicher, ...), Peripherieanschlüsse und Netzstruktur. Sie bildet 30 die Basis für die technologische Funktionalität.

Technologische Funktionalität (hier: Achsen, Achsgruppen, Kurvenscheiben, Nocken, Anwendervariablen) wird in sog. technologischen Objekten (TOs) gekapselt, die auf der Gerätefunktionalität aufsetzen und diese durch spezifische Funktionen 35 ergänzen. Ein TO besitzt spezifische Attributen und Methoden und wird durch einen eindeutigen Namen bei der Projektierung identifiziert. Der Anwender verwendet bei der Geräteprogrammierung die Attribute und Methoden der TOs.

Die TOs stellen eine eigene Softwareschicht aufsetzend auf der Grundfunktion der Geräte dar ("technologische Firmware"). Der Anwender selbst erstellt keine TOs, er verwendet nur existierende TOs bei der Programmierung und projektiert die 5 TO's und deren Verbindungen.

Zuordnung von technologischer Funktionalität zu Geräten

10 Es gibt TO's, die auf unterschiedliche Geräte gebracht werden können (verteilbare TO's) und TO's, die eine ES-Abstraktion von Geräteeigenschaften (z.B. Treiber Systemvariablen, E/A, Onboard-Antriebe) darstellen (nicht-verteilbare TOs). Nicht-verteilbare TOs sind nicht einzeln instantiierbar sondern implizit am Gerät vorhanden.
15

Der Anwender erzeugt von verteilbaren TOs im Engineering-
system die für seinen Anwendungsfall erforderlichen TO-
Instanzen und verteilt sie auf die vorhandenen Geräte. Zum
20 Instantiierungszeitpunkt müssen die TOs jedoch noch nicht
zwingend einem Gerät zugeordnet werden.

Verteilbare TOs besitzen keine feste Bindung an ein Gerät,
d.h. die Zuordnung eines TOs zu einem Gerät kann jederzeit
25 geändert werden. Die tatsächliche Zuordnung von TOs zu Geräten kann der Anwender in einer für ihn optimalen Art und Weise vornehmen. Optimierungskriterien können z.B. Auslastung, räumliche Verteilung, Buslänge, o.ä. sein.

30 Aus TOs ohne Gerätezuordnung können Bibliotheken aufgebaut werden, die komplexere technologische Funktionalitäten besitzen. Erst bei der Verwendung von Bibliotheksbestandteilen in konkreten Projekten muß dann festgelegt werden, auf welchen Geräten die TOs ablaufen sollen.

Abstrakte Kommunikationsschicht für technologische Objekte

In der Anwenderprogrammierung kann auf die Attribute und Methoden aller (verteilbarer und nichtverteilbarer) TOs zugegriffen werden, ohne daß die Zuordnung von TOs zu Geräten bekannt sein muß. Auch TOs können auf Daten anderer TOs ohne Wissen der Gerätezuordnung zugreifen. Die Abbildung erfolgt hier mittels Objektrelationen (Verschaltungen).

10 Für die Interaktion von TO's über Gerätegrenzen hinweg sind die abstrakten Beziehungen der Technologischen Objekte untereinander und die Beziehungen zwischen Geräten, die aus der Anwenderprogrammierung resultieren auf die projektierte physische Netzstruktur abzubilden.

15 Des weiteren erfordert das ST-Sprachkonstrukt "Synchroner Start" bei Verwendung über Gerätegrenzen hinweg eine Kommunikationsbeziehung.

20 Methoden zur Beschreibung von Kommunikationsbeziehungen, die mittels impliziter Kommunikationsprojektierung realisiert werden sind einmal Objektverschaltung; d.h. explizite Herstellung der Objektrelation auf Anwenderebenen und zum anderen die Projektierung von projektglobalen Anwendervariablen
25 nach den Subscriber Consumer - Prinzip. Dabei tritt das zu transferierende Datenvolumen nur im zweiten Fall dem Anwender direkt entgegen.

30 Realisierung mittels implizite Kommunikationsprojektierung

Um den transparenten Zugriff auf TOs zu ermöglichen, werden im Engineeringssystem die Zuordnungsinformationen von TOs zu Geräten, die manuell erstellte Geräte- und Netztopologie und 35 die Anforderungen der beteiligten TOs bzgl. Quality-Of-Service (z.B. Broadcast, Taksynchronizität) und Datenvolumen ausgewertet, und daraus eine automatische Projektierung der Kommunikationskanäle erzeugt.

Die automatische Kommunikationsprojektierung ermöglicht eine effiziente Nutzung der eingesetzten Geräte- und Netztopologie, da dabei die abstrakten QOS-Anforderungen (wie z.B. Broadcast, Taktsynchronizität, Übertragungszeit) optimal auf die Geräte- und Buseigenschaften abgebildet werden können (z.B. könnte man jegliche Kommunikation am Profibus über RPC abwickeln; wesentlich effizienter ist es aber die Profibuseigenschaften Querverkehr und Äquidistanz zu verwenden).

10 Bestimmte Technologische Forderungen (z.B. Lagegleichlauf) lassen sich nur mit Hardwareuntersützung der Kommunikation realisieren (Taktsynchronizität). Auch diese Anforderung kann mittels automatischer Kommunikationsprojektierung unterstützt werden.

15 Alle Geräte werden von der automatischen Kommunikationsprojektierung so mit Routinginformationen versorgt, daß jedes Gerät mit jedem anderen Gerät entsprechend der definierten abstrakten Kommunikationsbeschreibung kommunizieren kann.

20

FIG 9 zeigt die Kommunikationsstruktur

Patentansprüche

1. Verfahren für die Programmierung von industriellen Steuerungen, insbesondere universelle Bewegungssteuerungen,

5 gekennzeichnet durch mindestens eine Unter-
menge der folgenden Merkmale:

a) ein allgemein einsetzbares Steuerungsbasisystem steht
zur Verfügung,

10

b) technologische Funktionalität wird in Form von Technologischen Objekten repräsentiert,

15

c) Verschaltung der technologischen Objekte zu komplexen
technologischen Objekten, sog. Container-Objekten,

d) Trennung von technologischer Funktionalität und Geräte-
funktionalität,

20 e) Erreichung einer technologischen Skalierung hinsichtlich
der Funktionalität der Steuerung durch die Technologischen
Objekte,

25

f) Verteilbarkeit der Funktionalität der Technologischen
Objekte auf miteinander in Echtzeit und/oder taktsyn-
chron äquidistant kommunizierenden Steuerungseinheiten,

30

g) Rückwirkungsfreie Programmierung eines Technologischen
Objektes bezüglich der anderen vorhandenen Technologischen
Objekte und des Steuerungsbasisystems, sofern
nicht explizit eine Rückwirkung programmiert bzw. pro-
jektiert ist,

35

h) Flexible Verschiebbarkeit und Verteilbarkeit der Technologischen
Objekte auf unterschiedlich oder gleich per-
formante Hardware-Systeme oder Laufzeitsysteme auch in-
nerhalb eines Projektes,

i) Automatische Generierung bzw. Projektierung von Kommunikationsverbindungen zwischen Technologischen Objekten basierend auf der zugrundeliegenden Hardware-Topologie und/oder der technologischen Lösung,

5

j) Berücksichtigung von den Technologischen Objekten zugewiesenen oder erworbenen Qualitätsattributen bei der Generierung bzw. Projektierung der Kommunikationsverbindungen zwischen Technologischen Objekten,

10

k) einem Anwender stehen unterschiedliche Sichten auf die Technologischen Objekte zur Verfügung,

15

l) Darstellung der Technologischen Objekte durch grafische Elemente,

m) Technologische Objekte können instanziert werden,

n) flexible Erweiterbarkeit des für die Programmierung zur Verfügung stehenden Sprachvorrats.

2. Steuerung für die Steuerung von industriellen Prozessen, gekennzeichnet durch mindestens eine Untergruppe der folgenden Merkmale:

25

a) ein allgemein einsetzbares Steuerungsbasisystem steht zur Verfügung,

30 b) technologische Funktionalität wird in Form von Technologischen Objekten repräsentiert,

c) Verschaltung der technologischen Objekte zu komplexen technologischen Objekten, sog. Container-Objekten,

35 d) Trennung von technologischer Funktionalität und Gerätefunktionalität,

e) Erreichung einer technologischen Skalierung hinsichtlich der Funktionalität der Steuerung durch die Technologischen Objekte,

5 f) Verteilbarkeit der Funktionalität der Technologischen Objekte auf miteinander in Echtzeit und/oder taktsynchron äquidistant kommunizierenden Steuerungseinheiten,

10 g) Rückwirkungsfreie Programmierung eines Technologischen Objektes bezüglich der anderen vorhandenen Technologischen Objekte und des Steuerungsbasisystems, sofern nicht explizit eine Rückwirkung programmiert bzw. projektiert ist,

15 h) Flexible Verschiebbarkeit und Verteilbarkeit der Technologischen Objekte auf unterschiedlich oder gleich performante Hardware-Systeme oder Laufzeitsysteme auch innerhalb eines Projektes,

20 i) Automatische Generierung bzw. Projektierung von Kommunikationsverbindungen zwischen Technologischen Objekten basierend auf der zugrundeliegenden Hardware-Topologie und/oder der technologischen Lösung,

25 j) Berücksichtigung von den Technologischen Objekten zugewiesenen oder erworbenen Qualitätsattributen bei der Generierung bzw. Projektierung der Kommunikationsverbindungen zwischen Technologischen Objekten,

30 k) Einem Anwender stehen unterschiedliche Sichten auf die Technologischen Objekte zur Verfügung,

l) Darstellung der Technologischen Objekte durch grafische Elemente,

35

m) Technologische Objekte können instanziert werden,

- n) flexible Erweiterbarkeit des für die Programmierung zur Verfügung stehenden Sprachvorrats.

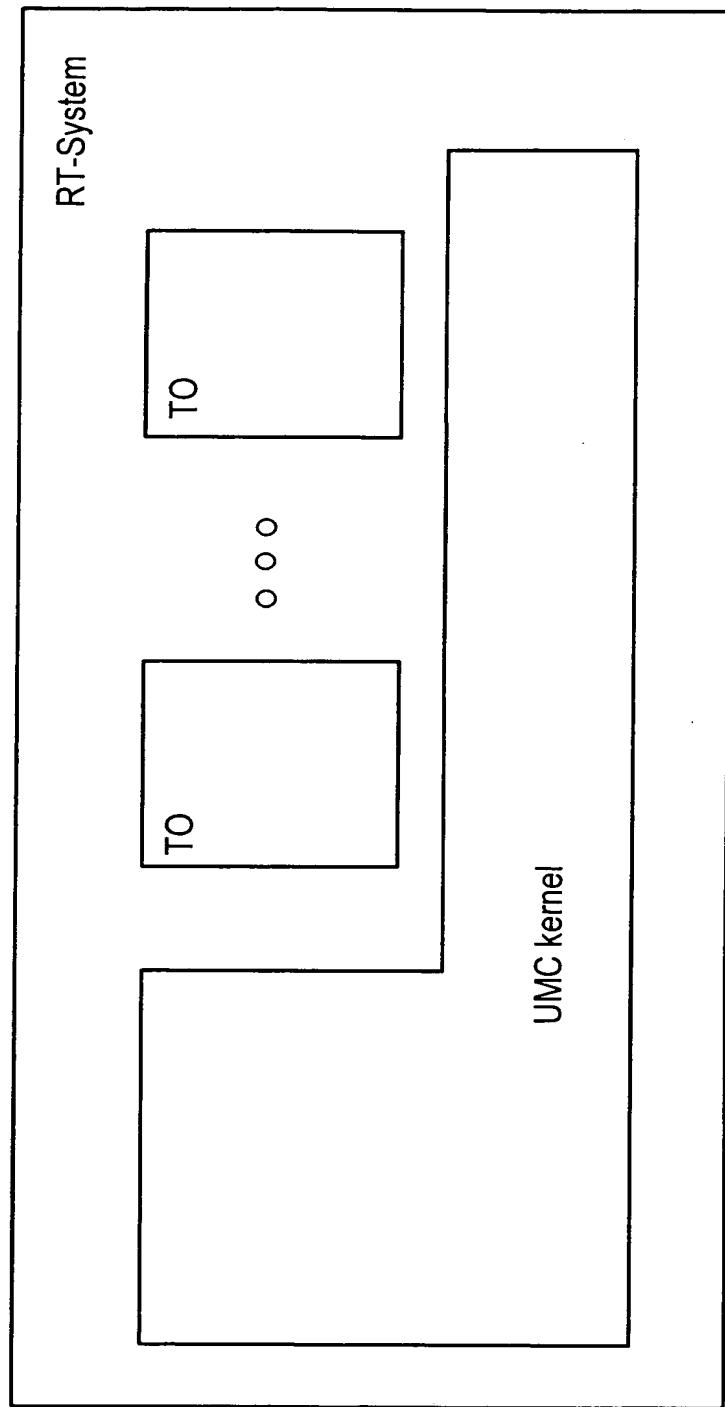
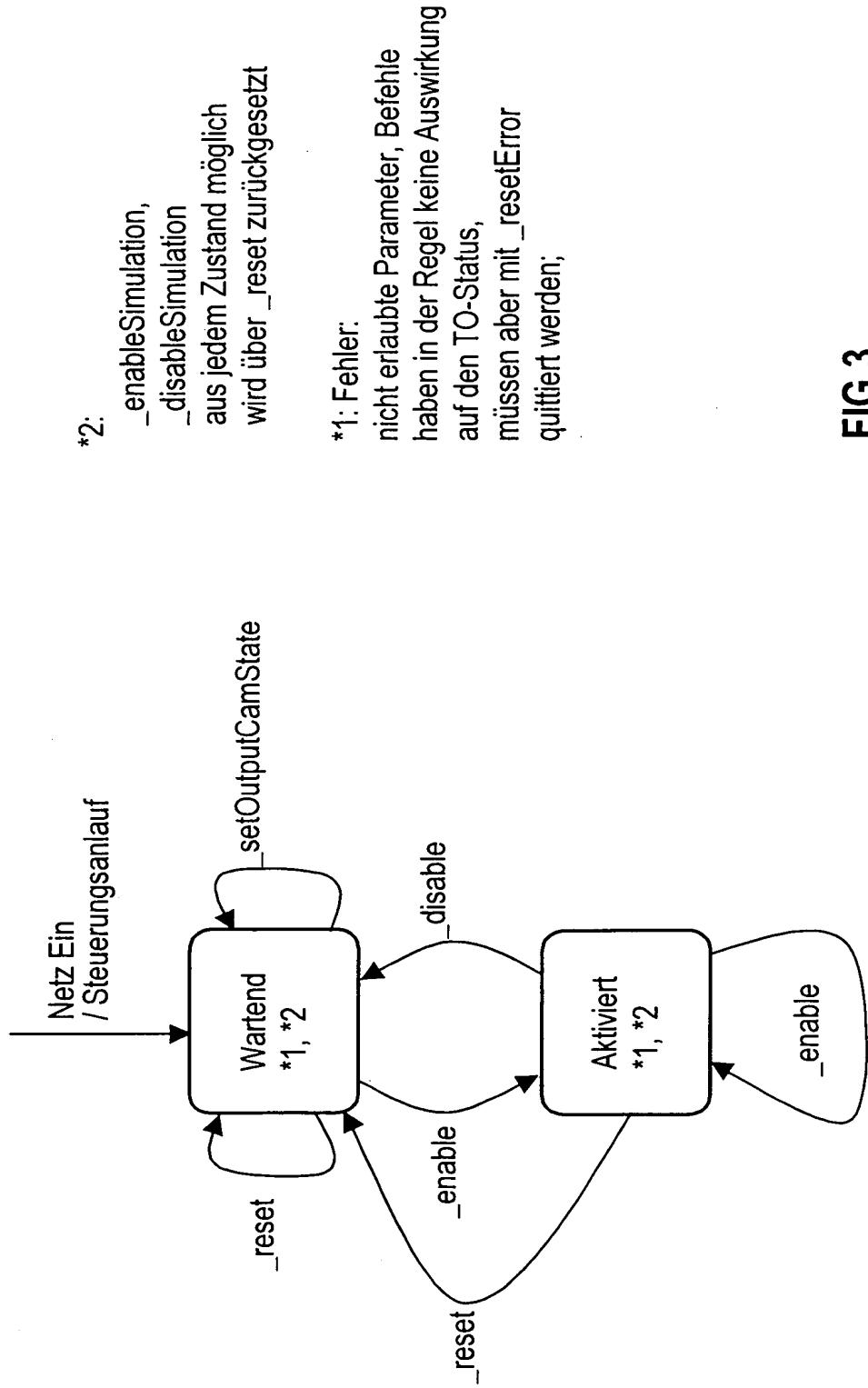


FIG 1

TO-Type <TO identifier>	Configuration data: <configuration variable_1> <configuration variable_n>	UMC-ES Tool, Commissioning
	System Data: < system variable_1 > < system variable_m >	commands + systemvariables: commands as extension of IEC 1131-3
	commands : < command_1 > < command_xy >	Alarms: alarms : < alarm_1 > < alarme_k >

FIG 2



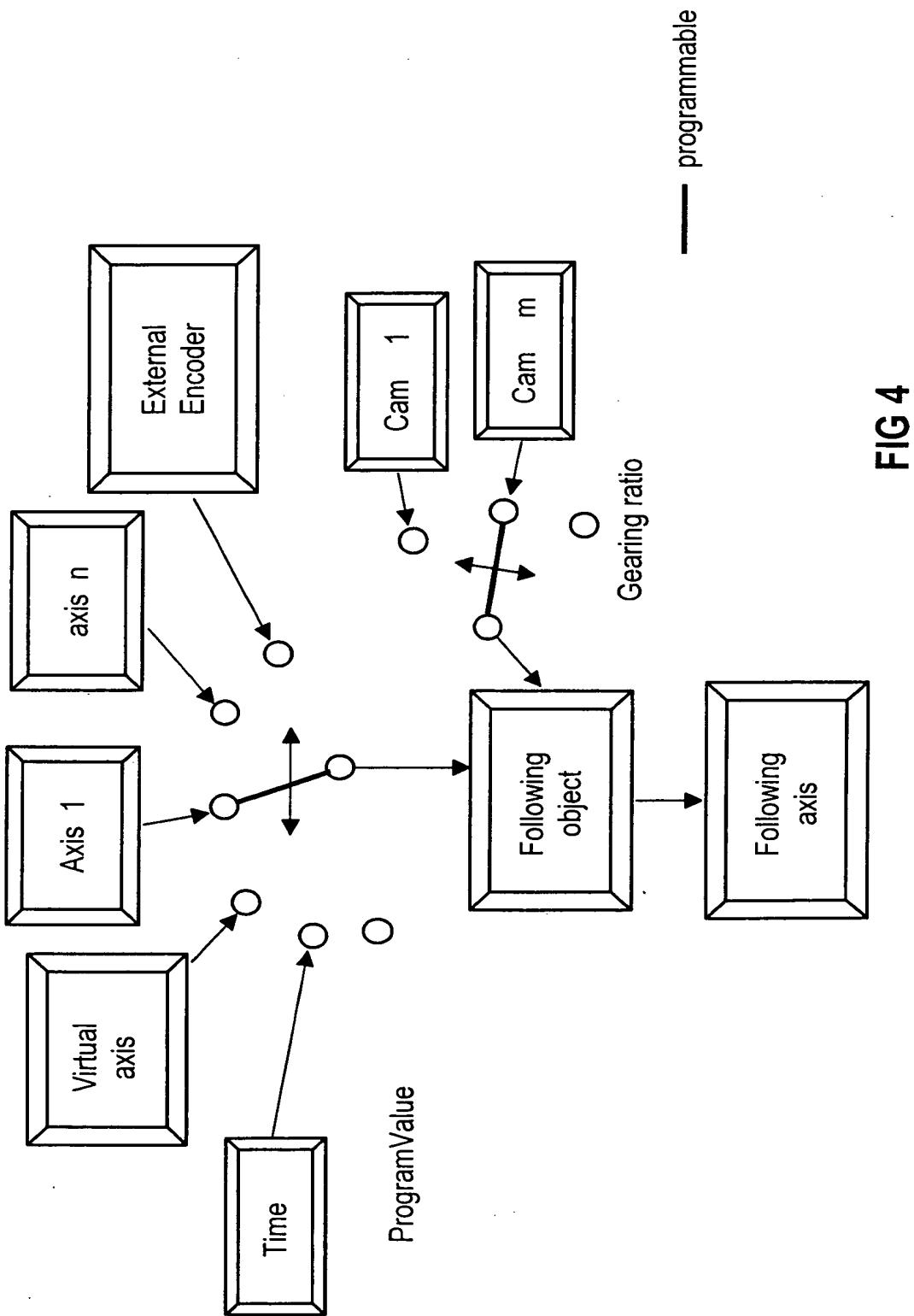


FIG 4

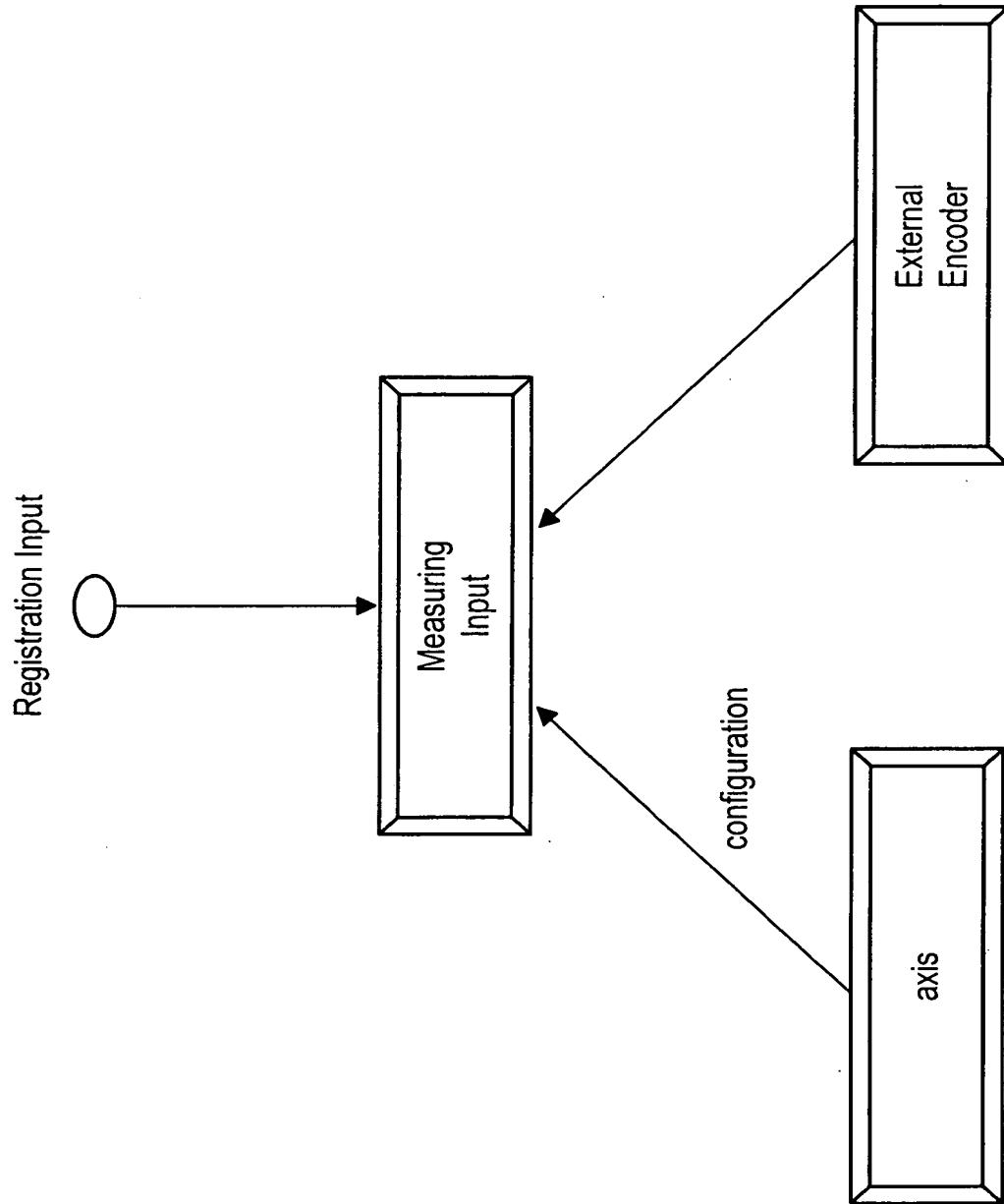
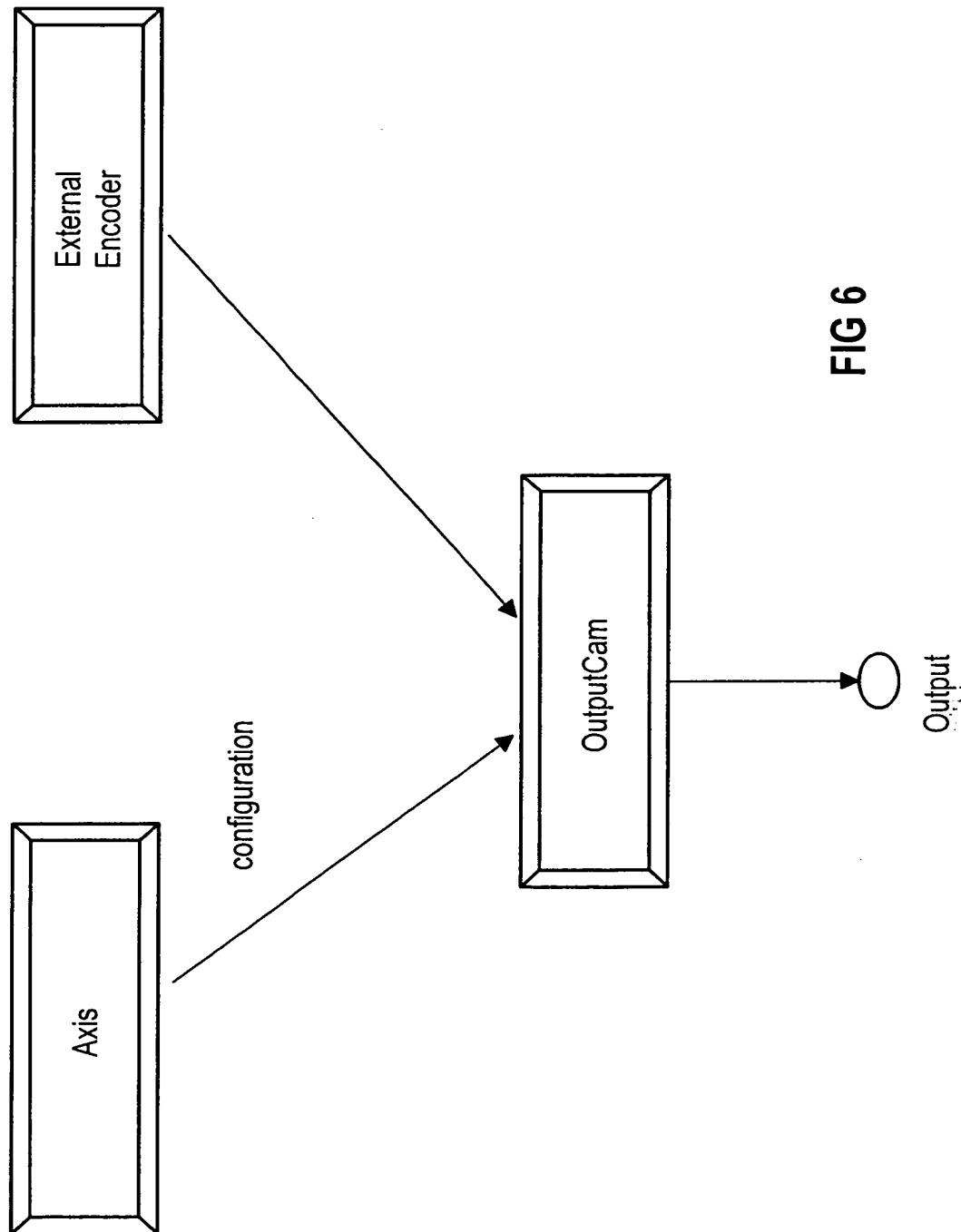


FIG 5



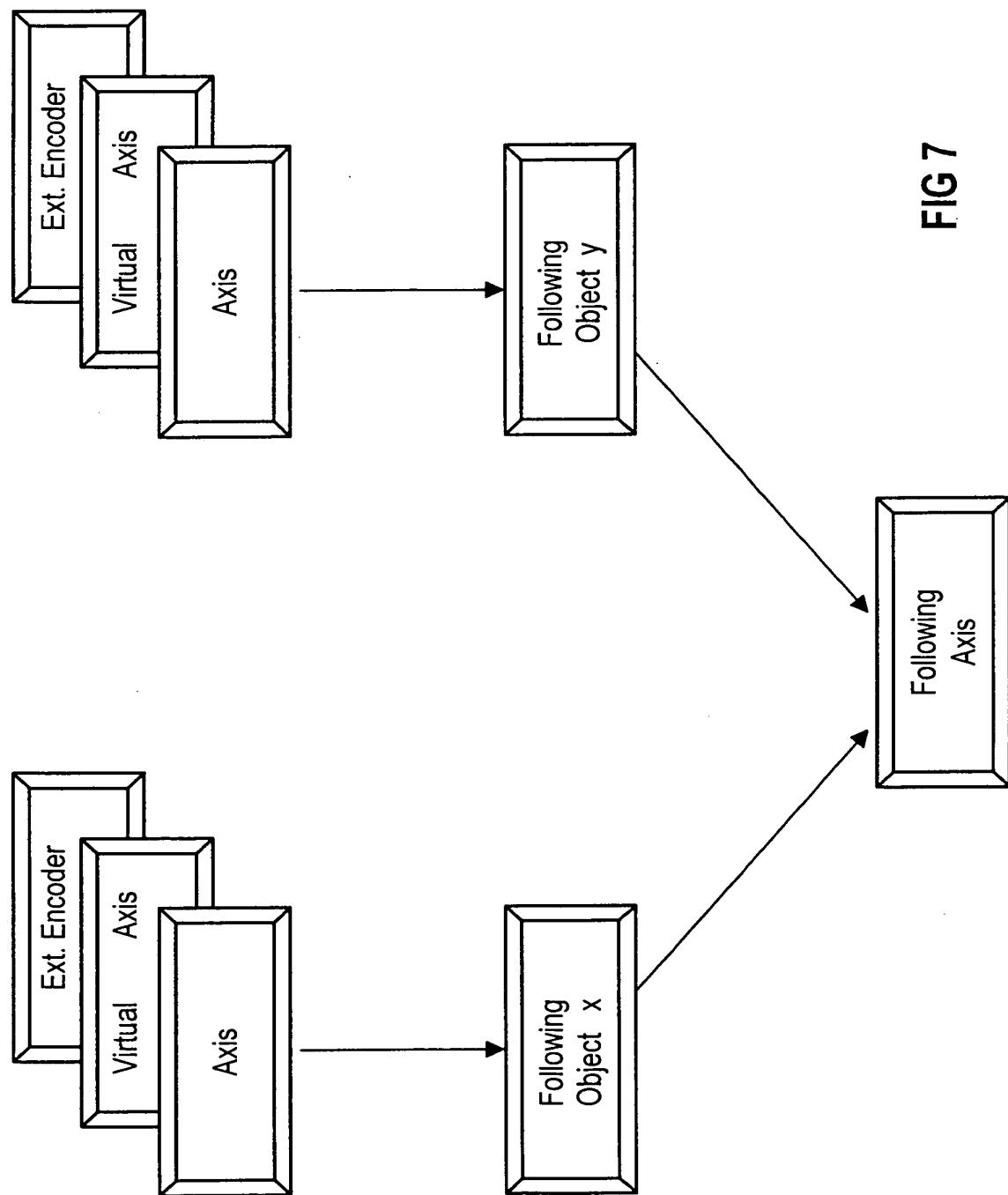


FIG 7

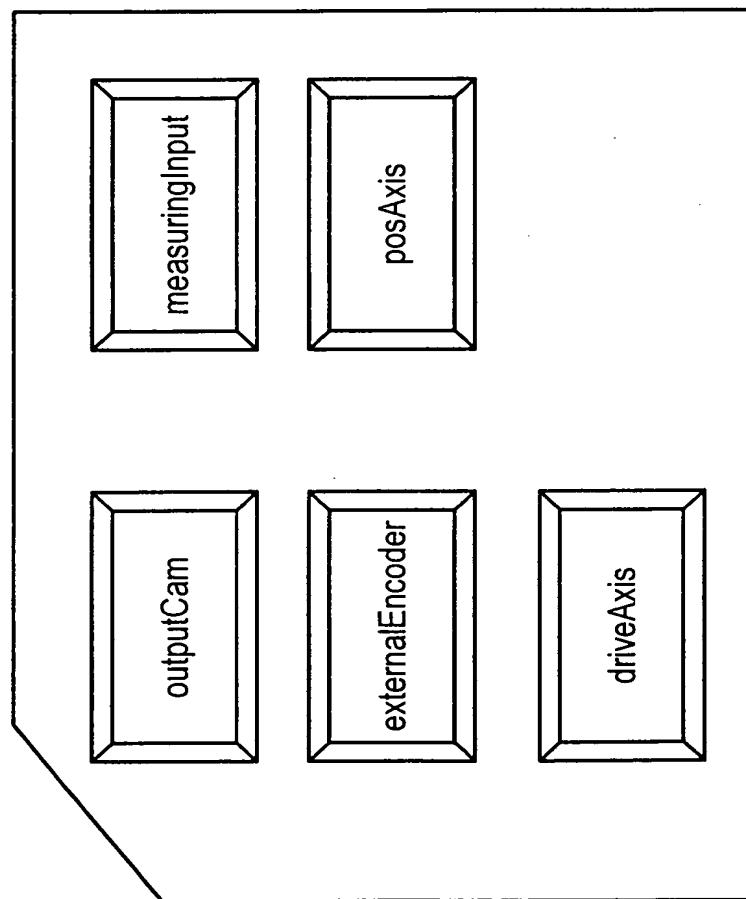


FIG 8

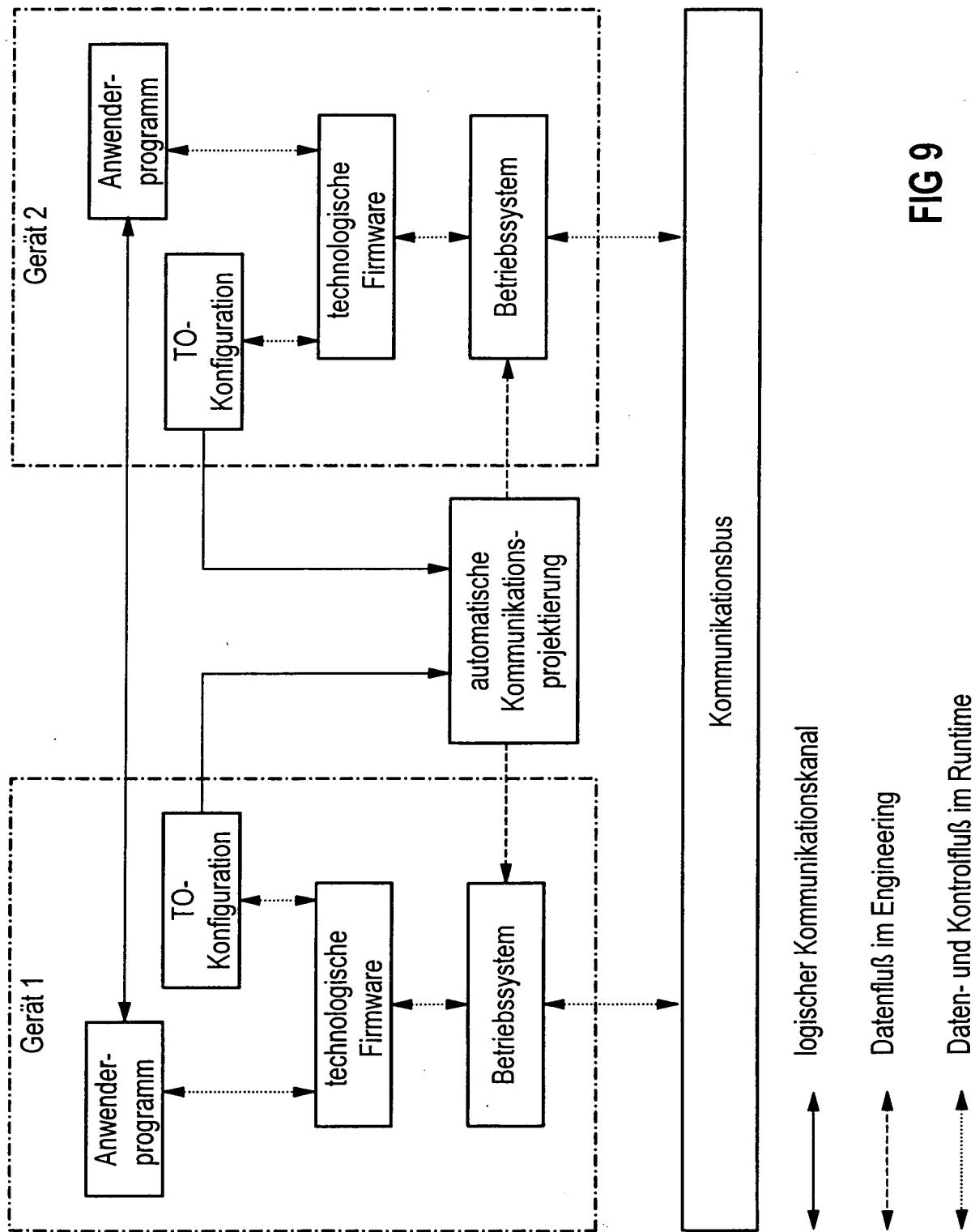


FIG 9